

28. 1. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

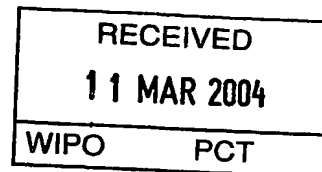
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 6月11日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-166013
[ST. 10/C]: [J.P. 2003-166013]

出 願 人
Applicant(s):

三菱電機株式会社
石川島播磨重工業株式会社

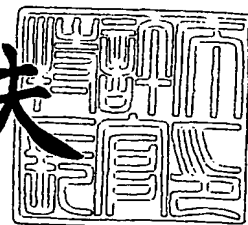


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

2004年 2月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 546818JP01

【提出日】 平成15年 6月11日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C23C 26/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

【氏名】 後藤 昭弘

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

【氏名】 秋吉 雅夫

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市北区東大曾根町上五丁目1071番地
菱電工機エンジニアリング株式会社内

【氏名】 松尾 勝弘

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市向台町三丁目5番1号 石川島播磨重工業株式会社内

【氏名】 落合 宏行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市向台町三丁目5番1号 石川島播磨重工業株式会社内

【氏名】 渡辺 光敏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市向台町三丁目5番1号 石川島播磨重工業株式会社内

【氏名】 古川 崇

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000000099

【氏名又は名称】 石川島播磨重工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100102439

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮田 金雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100092462

【弁理士】

【氏名又は名称】 高瀬 彌平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011394

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 放電表面処理用電極および放電表面処理装置および放電表面処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属粉末あるいは金属の化合物の粉末を圧縮成形した圧粉体を電極として、加工液中あるいは気中において電極とワークの間にパルス状の放電を発生させ、そのエネルギーにより、ワーク表面に電極材料あるいは電極材料が放電エネルギーにより反応した物質からなる被膜を形成する放電表面処理において、

小さい粒径の分布をもつ小径粉末と、平均粒径が該小径粉末の 2 倍以上である大径粉末を混合し、圧縮成形したことを特徴とする放電表面処理用電極。

【請求項 2】 小さい粒径の分布をもつ小径粉末の平均粒径が $3\ \mu\text{m}$ 以下、大径粉末の平均粒径が $5\ \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の放電表面処理用電極。

【請求項 3】 小さい粒径の分布をもつ小径粉末が、粉碎により微細化された金属粉末であることを特徴とする請求項 1～2 に記載の放電表面処理用電極。

【請求項 4】 大径粉末が、略球形であることを特徴とする請求項 1～3 に記載の放電表面処理用電極。

【請求項 5】 混合する粉末は、同一素材であることを特徴とする請求項 1～4 に記載の放電表面処理用電極。

【請求項 6】 粉末として、Co 合金、Ni 合金、Fe 合金を用いることを特徴とする請求項 1～5 に記載の放電表面処理用電極。

【請求項 7】 大径粒径の粉末の割合を、5～60 体積%とすることを特徴とする請求項 1～6 に記載の放電表面処理用電極。

【請求項 8】 特に大径粒径の粉末の割合を、5～20 体積%とすることを特徴とする請求項 7 に記載の放電表面処理用電極。

【請求項 9】 小さい粒径の分布をもつ小径粉末と、平均粒径が該小径粉末の 2 倍以上である大径粉末を混合し、圧縮成形した電極と、

この電極とワークとの間にパルス状の放電を発生させるパルス電源装置と、

を有し、上記電極とワークとの距離が適切な距離に保たれた状態で、該電極と該ワークの間にパルス状の放電を発生させ、そのエネルギーにより、ワーク表面に電極材料あるいは電極材料が放電エネルギーにより反応した物質からなる被膜を形成することを特徴とする放電表面処理装置。

【請求項 10】 小さい粒径の分布をもつ小径粉末の平均粒径が $3\ \mu\text{m}$ 以下、大径粉末の平均粒径が $5\ \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 9 に記載の放電表面処理装置。

【請求項 11】 小さい粒径の分布をもつ小径粉末が、粉碎により微細化された金属粉末であることを特徴とする請求項 9～10 に記載の放電表面処理装置。

【請求項 12】 大径粉末が、略球形であることを特徴とする請求項 9～11 に記載の放電表面処理装置。

【請求項 13】 混合する粉末は、同一素材であることを特徴とする請求項 9～12 に記載の放電表面処理装置。

【請求項 14】 粉末として、Co 合金、Ni 合金、Fe 合金を用いることを特徴とする請求項 9～13 に記載の放電表面処理装置。

【請求項 15】 大径粒径の粉末の割合を、5～60 体積%とすることを特徴とする請求項 9～14 に記載の放電表面処理装置。

【請求項 16】 特に大径粒径の粉末の割合を、5～20 体積%とすることを特徴とする請求項 15 に記載の放電表面処理装置。

【請求項 17】 放電は、加工液が満たされた加工槽内、或いは気体供給手段により所定の気体が供給される雰囲気中で行われることを特徴とする請求項 9～16 に記載の放電表面処理装置。

【請求項 18】 パルス電源装置は、放電パルス幅 $70\ \mu\text{s}$ 以下、ピーク電流値 $30\ \text{A}$ 以下を供給することを特徴とする請求項 9～17 に記載の放電表面処理装置。

【請求項 19】 金属粉末あるいは金属の化合物の粉末を圧縮成形した圧粉体を電極として、加工液中あるいは気中において電極とワークの間にパルス状の放電を発生させ、そのエネルギーにより、ワーク表面に電極材料あるいは電極材料が放電エネルギーにより反応した物質からなる被膜を形成する放電表面処理におい

て、

小さい粒径の分布をもつ小径粉末と、平均粒径が該小径粉末の2倍以上である大径粉末を混合し、圧縮形成した電極を使用してワーク表面に被膜を形成することを特徴とする放電表面処理方法。

【請求項20】 小さい粒径の分布をもつ小径粉末の平均粒径が $3\mu\text{m}$ 以下、大径粉末の平均粒径が $5\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする。請求項19に記載の放電表面処理方法。

【請求項21】 小さい粒径の分布をもつ小径粉末が、粉碎により微細化された金属粉末であることを特徴とする請求項19～20記載の放電表面処理方法。

【請求項22】 大径粉末が、略球形であることを特徴とする請求項19～21記載の放電表面処理方法。

【請求項23】 混合する金属粉末は、同一素材であることを特徴とする請求項19～22に記載の放電表面処理方法。

【請求項24】 粉末として、Co合金、Ni合金、Fe合金を用いることを特徴とする請求項19～23に記載の放電表面処理方法。

【請求項25】 大径粒径の粉末の割合を、5～60体積%とすることを特徴とする請求項19～24に記載の放電表面処理方法。

【請求項26】 特に大径粒径の粉末の割合を、5～20体積%とすることを特徴とする請求項25に記載の放電表面処理方法。

【請求項27】 放電は、加工液が満たされた加工槽内、或いは気体供給手段により所定の気体が供給される雰囲気中で行われることを特徴とする請求項19～26に記載の放電表面処理方法。

【請求項28】 パルス電源装置は、放電パルス幅 $70\mu\text{s}$ 以下、ピーク電流値 30A 以下を供給することを特徴とする請求項19～27に記載の放電表面処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、金属粉末あるいは金属の化合物の粉末、あるいは、セラミックスの粉末を圧縮成形した圧粉体電極を電極として、電極とワークの間にパルス状の放電を発生させ、そのエネルギーにより、ワーク表面に電極材料あるいは電極材料が放電エネルギーにより反応した物質からなる被膜を形成する放電表面処理に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の放電表面処理は、常温での耐磨耗に主眼をおいており、TiC（炭化チタン）などの硬質材料の被膜を形成していた。

しかしながら、近年、金属材料をワーク表面に緻密に厚く盛る技術への要求が高まっている。

高温環境下での耐磨耗性能、あるいは、潤滑性能を持った被膜に対する要求が強くなっており、その一例として図4に示す航空機用ガスタービンエンジンのタービンプレードの場合について説明する。

図に示されるように、タービンプレードは複数のブレードが接触して固定されており軸（図示しない）の回りを回転するように構成されている。

このブレード同士の接触部分が、ブレードが回転した際に高温環境下で激しく擦られたりたたかれたりする。

このようなタービンプレードが使用されるような高温環境下（700℃以上）においては、通常の常温において用いられる対磨耗被膜、あるいは、潤滑作用を持つ被膜は高温環境下における酸化のためほとんど効果がなく、高温で潤滑性のある酸化物を生成する金属を含んだ合金材料の被膜（厚膜）を溶接・溶射などの方法により形成している。

これらの方法は、人手による熟練作業が要求される、ワークへの集中的な入熱があるため（溶接の場合）に変形や割れなどが生じやすい、等の問題が多く、これらに変わる被膜形成技術が必要とされていた。

【0003】

一方、パルス状の放電によりワーク表面に被膜を形成する方法（以下、放電表面処理）が、特許第3227454号公報などに開示されている。

従来の放電表面処理は、常温での耐磨耗に主眼をおいており、TiC（炭化チタン）などの硬質材料の被膜を形成していた。

しかしながら、近年、常温での耐磨耗を目的とした硬質セラミックス被膜だけでなく、100 μm 程度以上の厚膜形成に対する要求が強くなっている。

【0004】

【特許文献1】 特許第3227454号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

近年、人手による熟練作業を必要とすることなく、ライン化できる放電表面処理を用いて、常温での耐磨耗を目的とした硬質セラミックス被膜だけでなく、100 μm 程度以上の厚膜形成に対する要求が強くなっている。

しかしながら、特許第3227454号公報に示された電極製造方法では、薄膜の形成を主な対象としていたため、高温環境下での耐磨耗性能、あるいは、潤滑性能を持った被膜を形成することはできず、また、単純に粉末の圧縮成形の際に電極の硬さを均一に成形することについて考慮されておらず、電極自体の硬さにばらつきが生じる場合がある。

【0006】

放電表面処理による厚膜の形成では、電極側からの材料の供給とその供給された材料のワーク表面での溶融の仕方が被膜性能に最も影響を与える。

この電極材料の供給に影響を与えるのが電極の強度すなわち硬さである。

特許第3227454号公報に示された技術を用いて薄膜を形成する際には、形成される被膜が薄いため、多少電極硬さが均一でなくとも被膜にはほとんど影響を与えない。

しかしながら、このような電極の強度が均一でない電極を用いて厚膜の放電表面処理を行った場合、表面処理の際に使用する電極の場所によって被膜の形成速度、被膜の性質がばらついたりして、一定品質の表面処理が行えないといった問題が生じてしまう。

これは、厚膜形成には、大量の電極材料を処理範囲に均一に供給することではじめて厚みの一定な被膜ができるためであると考えられる。

なお、この電極硬さの均一性は薄膜を形成する場合にも必要であるが、厚膜形成の際に特に重要性を持つものである。

【0007】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、均一な硬さを持ち、放電表面処理時に均一で十分緻密な被膜を形成することができる電極を得るものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

第1の発明に係わる放電表面処理用電極は、金属粉末あるいは金属の化合物の粉末を圧縮成形した圧粉体を電極として、加工液中または気中において電極とワークの間にパルス状の放電を発生させ、そのエネルギーにより、ワーク表面に電極材料あるいは電極材料が放電エネルギーにより反応した物質からなる被膜を形成する放電表面処理において、被膜形成に寄与する材料である平均粒径 $3\mu\text{m}$ 以下の粉末に、平均粒径 $5\mu\text{m}$ 以上の粉末を混合し、圧縮成形したものである。

【0009】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

本実施の形態における放電表面処理にて厚膜形成に要求される機能としては、高温環境下での耐磨耗性、潤滑性などがあり、高温環境下でも使用される部品などへの転用が行える技術を対象とする。

このような厚膜の形成のためには、従来の如く硬質セラミックスを形成するためのセラミックスを主成分とした電極とは異なり、金属成分を主成分とした粉末を圧縮成形しその後場合によっては加熱処理を行った電極を使用する。

なお、放電表面処理により厚膜を形成するためには、放電のパルスにより電極材料を多量にワーク側に供給するため、電極の硬さはある程度の低さとし、その硬さにはばらつきがないなど、電極の材質や硬さ等所定の特徴を電極に持たせる必要がある。

【0010】

なお、ここでいっている電極硬さのばらつきとは、電極の製造過程において、

プレスの際に外周部の粉末は金型との接触で強くつぶされるが、内部まで十分圧力が伝わらないことに起因する、電極の外周部が硬くなり内部が軟らかくなる電極の硬さのばらつき（電極外周部と内部とにできる硬さの差）

プレスの方向が長くなった場合に内部にプレスの圧力が伝わらなくなることにより生じるプレス方向の硬さのばらつき
の大きく2つの項目のことについていっている。

そこで、本実施の形態では、上記電極製造過程において発生する電極硬さのばらつきを解消し、緻密な被膜を安価に製造するための放電表面処理用電極について説明する。

【0011】

発明者らの研究により、放電表面処理用の電極の材料の粉末の粒径を大きくした場合と小さくした場合において、電極の成形について、以下のような事実が明らかとなってきた。

粒径が $3\mu\text{m}$ 程度より大きい場合、特に $6\mu\text{m}$ 程度よりも大きい場合には、粉末をプレスにより成形する際に、外周部の粉末は金型との接触で強くつぶされるが、内部まで十分圧力が伝わらず、電極の外周部が硬くなり内部が軟らかくなる。粒径が $3\mu\text{m}$ 程度より小さい場合には、粉末をプレスにより成形する際に①のような電極の外周部が硬くなる現象が起こりにくい。

【0012】

一方、放電表面処理用の電極材料の粉末粒径を大きくした場合と小さくした場合において、被膜の成形について、以下のような事実が明らかとなってきた。粒径が小さい粉末で成形した電極を用いて被膜形成を行う場合には、エネルギーの小さな放電パルスで緻密な被膜が形成できる。（逆に粒径が小さい粉末で成形した電極を用いて被膜形成を行う場合にエネルギーの大きな放電パルスで被膜形成を行うと、被膜に空間が増えたり、被膜内にクラックが入ったりする問題が生じる。）

粒径が大きな粉末で成形した電極を用いて被膜形成を行う場合には、エネルギーの大きな放電パルスを用いないと被膜が形成できず、エネルギーの小さな放電パルスを用いると粉末が十分に溶融していないボロボロの被膜しか形成できない。

エネルギーの大きな放電パルスでは被膜が形成できるが、粒径が大きく、放電パルスのエネルギーが大きいため、被膜内の空間は多く、被膜内にクラックが入る問題もある。

【0013】

以上をまとめると、緻密な被膜形成には、小さな粒径の粉末で成形された電極を用いて比較的小さなエネルギーの放電パルスにより被膜成形を行うことが望ましい。

【0014】

ところで、一般的に球形状の粉末は、アトマイズ法などの方法により製造されるが、アトマイズ法では、数10 μm 程度の粉末を製造することが多く、10 μm 以下の粉末が必要な場合には、アトマイズ法により製造された粉末を分級して得ることが多い。

それよりも小径、例えば、2 μm あるいは3 μm 程度以下の粉末の製造は、Co（コバルト）など需要の大きな材料を除けば、コスト面から考えて、数10 μm 程度の粉末を粉砕することによって得るのが現実的である。

【0015】

ここで、粉砕して製造した小径の粉末は、球形ではなく、扁平状になっており、プレスの圧力を開放した際に成形体である圧粉体が膨張する現象がより大きくなってしまう問題を持っている。

これは、球形の方が粉末の流れがよく、圧縮されやすいためである。

また、成形体である圧粉体が膨張する量は管理が困難であるため、電極を成形するたびに異なった性質の物ができることになり、品質管理上大きな問題となる。

そのため、電極品質、さらには、形成される被膜の品質を管理するためには電極の膨張量を同じにするか、なくす、あるいは、管理できる範囲に小さくすることが必要である。

【0016】

すなわち、緻密な被膜形成には、小さな粒径の粉末で成形された電極を用いて比較的小さなエネルギーの放電パルスにより被膜成形を行うことが望ましいが、

粉末粒径が小さい場合、特に、粉碎により小径粉末を製造した場合には、プレスにより一定形状の電極を製造するのが困難でありその対策が必要となる。

【0 0 1 7】

図 1 は、実施の形態 1 の放電表面処理装置に使用する電極の製造のためのプロセスである。

図において、1 は粒径が $6\ \mu\text{m}$ 程度の大径の粉末、2 は粒径が $1\ \mu\text{m}$ 程度の小径の粉末、3 は金型の上パンチ、4 は金型の下パンチ、5 は金型のダイである。

ここで、電極材料となる、大径の粉末 1 及び小径の粉末 2 何れとも、Cr (クロム)、Ni (ニッケル)、W (タングステン) などを含んだ Co ベースの合金である。

また、大径の粉末 1、小径の粉末 2 の位置付けは、小径の粉末 2 が被膜形成に寄与する電極の主成分、大径の粉末 1 は粉末の圧縮性をよくして安定した電極成形を行なうために補助的に添加する粉末でありながらも被膜になる。

ここで、大径の粉末 1 と小径の粉末 2 のその他の材質としては、厚膜形成のためには、例えば Co (コバルト) 合金、Ni (ニッケル) 合金、Fe (鉄) 合金などを用いることができる。なお、大径の粉末 1 と小径の粉末 2 は同じ材料でもよいし、別の材料でもよいが、所定の合金材料をベースとした被膜を形成するためには、同じ合金材料としたほうが望ましい。

【0 0 1 8】

粉末 1、2 について、さらに説明すると、大径の粉末 1 はアトマイズ法により作った粉末を分級して、 $6\ \mu\text{m}$ 程度の粒径の粉末を選び出した物であり、概略球形の粉末となっている。

小径の粉末 2 は、アトマイズ法により作られた大径の粉末 1 と同一の成分の粉末を、粉碎して平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ から $2\ \mu\text{m}$ 程度としたものを使用した。

【0 0 1 9】

図 1 に示す電極の製作の工程は以下の通りである。

まず、大径の粉末 1 と小径の粉末 2 とをよく混合し、金型に入れてパンチにより所定の圧力をかけてプレスする。

所定のプレス圧を粉末にかけることで、粉末はかたまり圧粉体となる。

プレスの際に粉末内部へのプレスの圧力の伝わりを良くするために粉末にパラフィンなどのワックスを重量比で1%から10%程度混入すると成形性を改善することができる。

しかし、電極内のワックスの残留量が多くなるほど電気伝導度が悪くなるため、ワックスを混入した際には後の工程でワックスを除去することが望ましい。

圧縮成形された圧粉体は、圧縮により所定の硬さが得られていればそのまま放電表面処理用の電極として使用することができるが、加熱することで強度を増すことができる。

加熱により、白墨程度の硬さにして放電表面処理用電極とすることが取り扱いの点からも望ましい。また、圧縮成形の際にワックスを混入した場合には、電極を加熱してワックスを除去するのがよい。

【0020】

小径の粉末2のみでは、プレスの後、圧力を開放すると成形体である圧粉体が膨張してしまうが、球形の大径の粉末1を混合することで、粉末の流れが向上し、プレスの圧力が均一に電極（成形体）に伝わり、圧力解放後の電極の膨張もほとんどなくなった。

【0021】

なお、実験結果から判断して大径の粉末1の割合は体積%で5%から60%程度がよい。より望ましくは、5%から20%程度の範囲が被膜の緻密性の点からよいようであった。

少なすぎると電極の膨張がなくはないが、5%程度以上大径の粉末を混合すると、電極の大きな膨張はなくなった。しかし、大径の粉末が多くなるとエネルギーの小さな放電パルスの条件では、被膜の形成が困難になり、大きなエネルギーの放電パルスでは、被膜の面粗さが粗くなる問題が生じる。

そのため、大径の粉末はできるだけ少なくすることが望ましい。

【0022】

大径の粉末が20%以下の少量の場合には、放電パルス幅が短く、ピーク電流値の低い条件で緻密に被膜形成ができた。

使用した条件は、放電パルス幅10 μ s、ピーク電流値10 A程度の条件である

が、放電パルス幅 $70\ \mu\text{s}$ 以下、ピーク電流値 $30\ \text{A}$ 以下であれば緻密な被膜を形成することができる。

特に、粉末材料として、Mo（モリブデン）（粒径 $0.7\ \mu\text{m}$ ）を使用した場合には、Mo が炭化物を形成しやすい材料であるため、放電パルス幅を $60\ \mu\text{s}$ 以上の比較的長い条件を使用して放電パルスにより溶融し切らない材料をワークに供給することが緻密な被膜を形成するために有効であった。

Mo のような炭化物を作りやすい材料の場合には、放電により電極材料が完全に溶融した状態でワーク側に供給されると炭化して炭化モリブデンになってしまい、厚膜の形成が困難になる。

【0023】

図2は、電極中の大径粉末1の割合と放電パルスのエネルギーの大きさにより、被膜の状態がどのように変わるか示した図である。

図中の（a）から（d）はそれぞれ、図3で示される各条件で被膜を形成し、断面を観察した写真である。

なお、倍率はすべて同じ（500倍）である。

また、被膜の厚さが異なるのは処理時間が異なるためであり、被膜の状態そのものには関係がなく、薄いものも処理時間を長くすれば厚くできる。

膜厚の管理が必要な場合には、処理時間で管理してもよいし、放電のパルス数により管理してもよい。

放電パルスで形成できる膜の体積は同じ電流波形すなわち同じパルス幅、同じピーク電流値の放電パルスであればほぼ同じであるので、放電パルスの数での被膜の制御は有効である。

放電パルスの数で被膜を制御を行なうと、管理が極めて容易になり、例えばネットワークで情報を送りリモート管理も可能となる。

【0024】

図2について考察すると、大径粉末の割合が少ないと放電パルスのエネルギーの小さな条件で緻密な被膜が形成できるが（図2（a））、大径粉末の割合が多くなるに従い、被膜内に空間が増えることがわかる（図2（c））。

また、大径粉末の割合が多い場合でも、放電パルスのエネルギーを大きくすれば

ワークに移行した電極材料が溶融するが、放電パルス1つで電極材料が多く溶融するため、空間の大きい被膜になっていることがわかる（図2（d））。

この点では、大径粉末の割合が少ない場合も同じような現象がみられている（図2（b））。

以上より、大径粉末の割合を少なくした電極を用いてエネルギーの小さな放電パルスの条件で被膜形成を行うことが望ましいことがわかる。

【0025】

一方で、大径粉末が少なすぎると、粉末のプレスの際に圧力を開放すると成形体である圧粉体が膨張してしまう現象が生じ、電極の品質管理が困難になるという問題がある。

従って、大径粉末の割合は5%から60%、より望ましくは、5%から20%程度がよい。

この割合は主成分である小径粉末の形状にも左右される。

つまり、小径粉末が球形に近い形状であれば、必要な大径粉末の割合は少なくてもよくなる。

【0026】

なお、粒径の異なる粉末を混合して圧縮した成形体を作る発明として、特開平5-148615号公報、特開平8-300227号公報があるが、これらの発明は、セラミックス系被膜を形成することが目的であり、セラミックスの小径粉末を用いており、バインダとして用いる金属粉を大径粉末としている。

これは、一般的に金属粉は小径粉末を得ることが困難であることに起因しており、本発明の内容とは異なるものである。

すなわち、特開平5-148615号公報、特開平8-300227号公報の発明には、粒径を管理して必要な性質を電極に持たせるという視点がないことを表している。

また、特公平7-4696号公報にも粒径の異なる粉末を混合して形状を成形する旨記載があるが、その後表面をメッキして放電加工に使用するための電極であり、本発明とは異なるものである。

【0027】

本実施の形態によれば、緻密な厚膜をばらつき無く形成することができる。

【0028】

なお、本実施の形態では、粒径の異なる粉末を別途準備して混合する方法について説明したが、粒径の大きな粉末（例えば、粒径 $6\ \mu\text{m}$ の粉末）を粉砕する方法によっては、粒径の異なる粉末が混ざった状態になることがある。

たとえば、ジルコニアボールを使用して粉末を粉砕するボールミルにより粉末を粉砕する場合には、 $\phi 15\text{mm}$ のボールにより、 $6\ \mu\text{m}$ の粉末を粉砕すると、 $2\ \mu\text{m}$ を分布の中心とする粉末と、 $6\ \mu\text{m}$ を分布の中心とする粉末が混在する状態になった。

これは、ボールミルが均等に粉末を粉砕することができないためではあるが、結果的に小さい径の粉末と大きい径の粉末が混合された状態となり、前記実施例で述べたような効果が得られた。

ただし、粉砕では、粉末の分布の再現に誤差が生じやすく、誤差を許容できる範囲の使用に限られるのはいうまでもない。

【0029】

【発明の効果】

本発明によれば、均一な組成をもち、均一な被膜を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 電極の製造のためのプロセスを示した図である。

【図2】 電極中の大径の粉末の割合と放電パルスのエネルギーの大きさにより、被膜の状態がどのように変わるか示した図である。

【図3】 放電表面処理時の電圧波形と電流波形を示した図である。

【図4】 タービンプレードの説明図である。

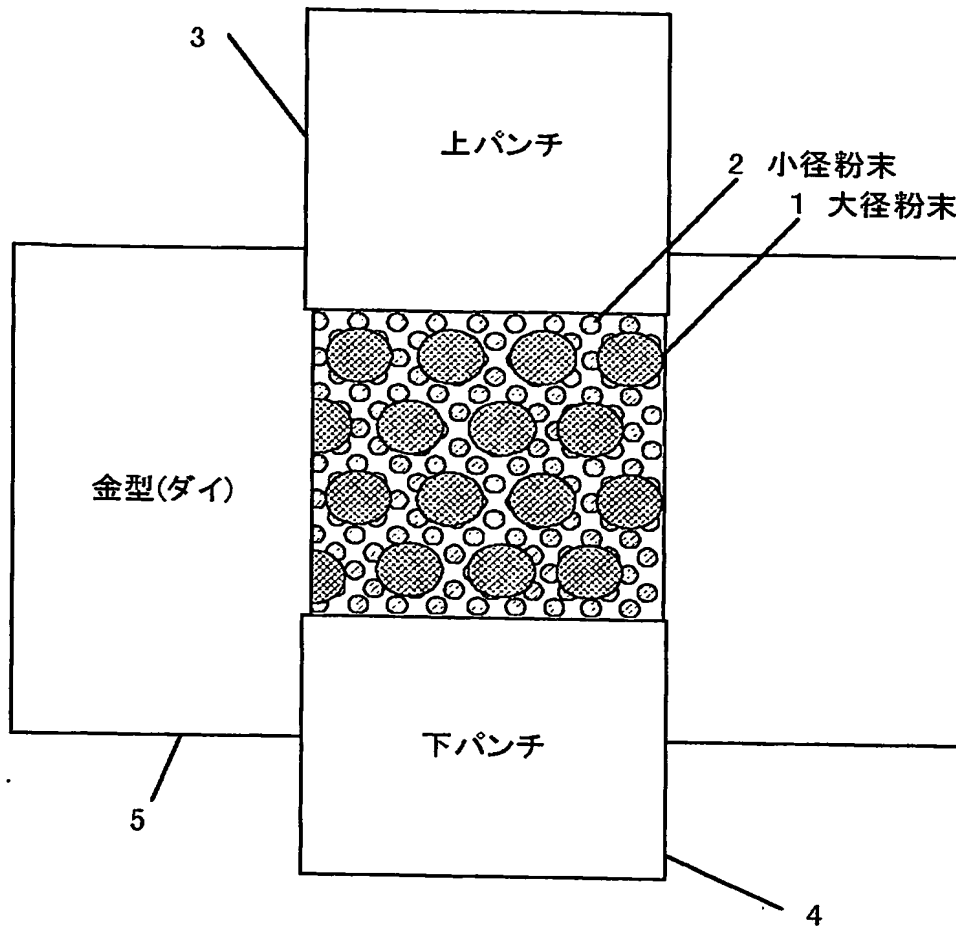
【符号の説明】

- 1 大径の粉末、2 小径の粉末、3 金型の上パンチ、4 金型の下パンチ、5 金型のダイ。

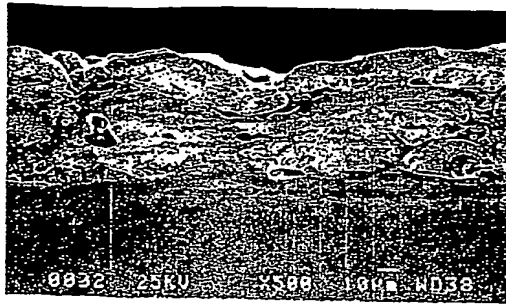
【書類名】

図面

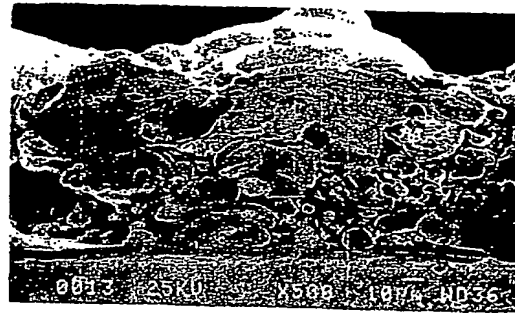
【図 1】



【図 2】



(a) 大径粉末: 中 (50%)
パルス条件: 小
(ピーク電流値 $i_e 10A$
パルス幅 $t_e 8 \mu s$)



(c) 大径粉末: 多 (80%)
パルス条件: 小
(ピーク電流値 $i_e 10A$
パルス幅 $t_e 8 \mu s$)

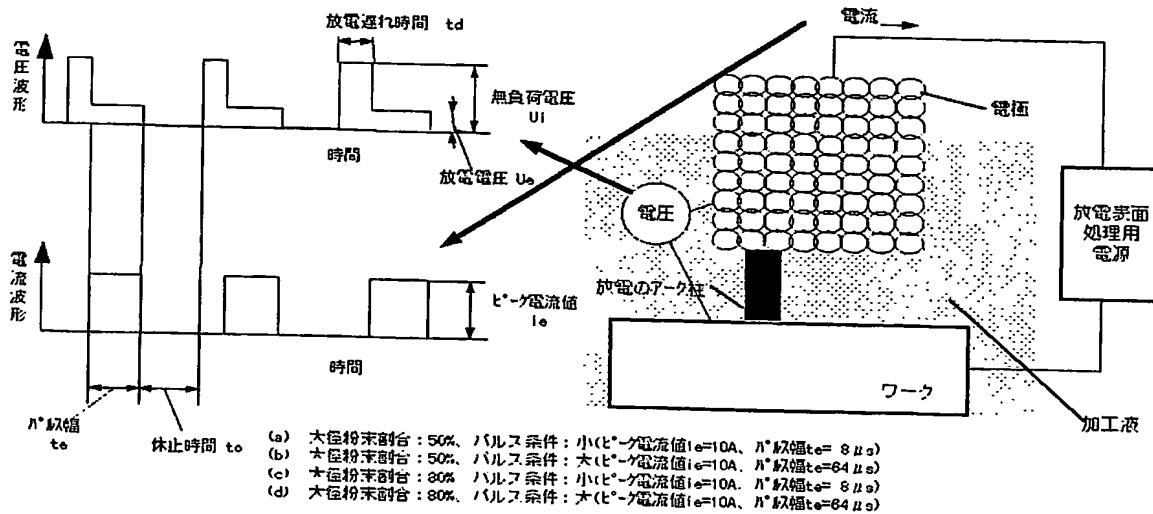


(b) 大径粉末: 中 (50%)
パルス条件: 大
(ピーク電流値 $i_e 10A$
パルス幅 $t_e 64 \mu s$)



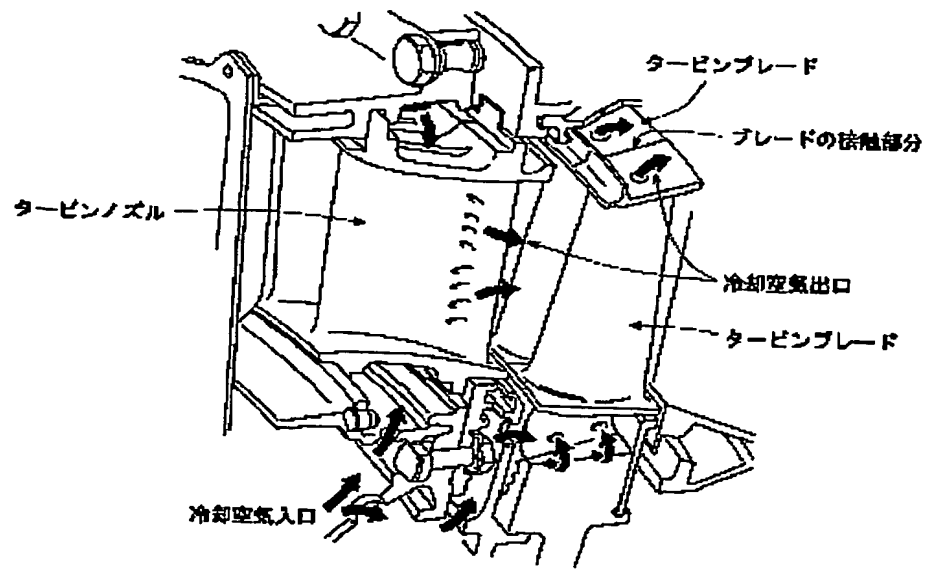
(d) 大径粉末: 多 (80%)
パルス条件: 大
(ピーク電流値 $i_e 10A$
パルス幅 $t_e 64 \mu s$)

【図 3】



BEST AVAILABLE COPY

【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 均一な硬さを持ち、放電表面処理時に均一で十分緻密な被膜を形成することができる電極を得る。

【解決手段】 金属粉末あるいは金属の化合物の粉末を圧縮成形した圧粉体を電極として、加工液中または気中において電極とワークの間にパルス状の放電を発生させ、そのエネルギーにより、ワーク表面に電極材料あるいは電極材料が放電エネルギーにより反応した物質からなる被膜を形成する放電表面処理において、被膜形成に寄与する材料である平均粒径 $3\ \mu\text{m}$ 以下の粉末に、平均粒径 $5\ \mu\text{m}$ 以上の粉末を混合し、圧縮成形した電極を作る。

【選択図】 図 1

特願 2003-166013

ページ: 1

出願人履歴情報

識別番号

[000006013]

1. 変更年月日
[変更理由]

住所
氏名

1990年 8月24日

新規登録

東京都千代田区丸の内2丁目2番3号
三菱電機株式会社

特願 2003-166013

ページ: 2/E

出願人履歴情報

識別番号

[0000000099]

1. 変更年月日

1990年 8月 7日

[変更理由]

新規登録

住所

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

氏名

石川島播磨重工業株式会社